

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**WEST****End of Result Set**

Generate Collection

Print

L4: Entry 1 of 1

File: DWPI

May 13, 1981

DERWENT-ACC-NO: 1981-47000D  
DERWENT-WEEK: 198126  
COPYRIGHT 2002 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Semiconductor with copper-carbon fibre electrodes - prevents occurrence of cracks due to stress, caused by differing coefficients of expansion

PATENT-ASSIGNEE: HITACHI LTD (HITA)

PRIORITY-DATA: 1979JP-0128924 (October 8, 1979)

## PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP <u>56054046</u> A	May 13, 1981		000	

INT-CL (IPC): H01L 21/58; H01L 23/28

ABSTRACTED-PUB-NO: JP56054046A  
BASIC-ABSTRACT:

Cu-C fibre composite is used as electrodes (5,5a). The electrodes provided with a Ag coat (6a,6) are soldered with Pb-Sn alloy to electrode junctions on the substrate also provided with a Ag coat. The exposed end of the rectifying junction is provided with grooves (8) which are subsequently filled with glass (9) and is then covered with a Si rubber (10). A resin (11) is then applied to mould the substrate at its side and the electrodes pref. at the surface near the substrate.

Design prevents stress between the electrode and the Si substrate, which can cause cracks on the substrate or the moulded resin, or produce gaps between the electrode and the resin. The electrode pref. has a spiral or co-axial structure to eliminate the difference in coefficient of linear expansion between the electrode and the Si substrate. The coefficient of radial expansion of the electrode is pref. lower than 0.000005/oC. The content of C fibre in the electrode is 40-60(50)vol.%. The electrode with a Ag coat is pref. subjected to a heat-treatment at 200-300 deg. C in an atmos. of N, Ar, H2 or in vacuum, to form a diffusion layer at the electrode-Ag interface. Pb-Sn alloy solder is pref. degased before use.

ABSTRACTED-PUB-NO: JP56054046A  
EQUIVALENT-ABSTRACTS:

DERWENT-CLASS: L03  
CPI-CODES: L03-D03D;

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 56-054046

(43)Date of publication of application : 13.05.1981

(51)Int.Cl.

H01L 21/58

H01L 23/28

(21)Application number : 54-128924

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 08.10.1979

(72)Inventor : ARAKAWA HIDEO

KUNIYA KEIICHI

NAMEKAWA TAKASHI

OGAWA TAKUZO

MORITA KEIICHI

## (54) SEMICONDUCTOR DEVICE

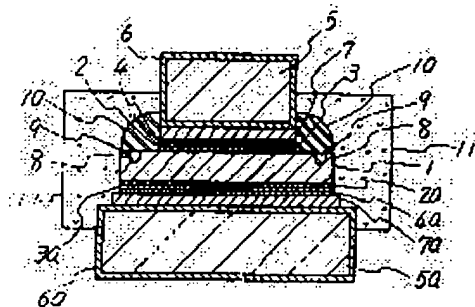
### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain the device with a high reliability preventing exfoliation of the electrodes and cracking of the molded resins by soldering a copper-carbon fiber composite material with a lead-tin alloy solder hard to fatigue thermally through a silver or better solderability.

**CONSTITUTION:** Cr 2 and 2a, Ni 3 and 3a and Ag 4 and 4a are evaporated on an Si substrate 1. An electrode is formed from a Cu-C fiber composite materials 5 and 5a in which a C fiber is arranged like a coil. The C fiber ranges 40W60% in the volume with a coefficient of radial heat expansion below  $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ . This makes the

material almost equal in the coefficient to the Si substrate 1 thereby eliminating cracking of the substrate and exfoliation of the electrode. The cracking of the

sealing resin can be prevented. An Ag platings 6 and 6a are applied on the Cu-C fiber composite material followed by a soldering with a Pb-Sn solder 7 and 7a. A circular groove 8 is provided at the exposed section at the rectifying joint end and filled with a glass which is covered with an Si rubber 10. Finally, the side of the substrate 1 and the side of electrodes 5 and 5a are covered with an epoxy resin.



(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **56054046 A**(43) Date of publication of application: **13.05.81**

(51) Int. Cl

**H01L 21/58****H01L 23/28**(21) Application number: **54128924**(22) Date of filing: **08.10.79**(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor: **ARAKAWA HIDEO**  
**KUNIYA KEIICHI**  
**NAMEKAWA TAKASHI**  
**OGAWA TAKUZO**  
**MORITA KEIICHI**

(54) **SEMICONDUCTOR DEVICE**

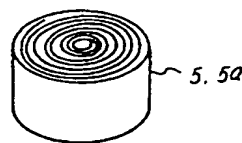
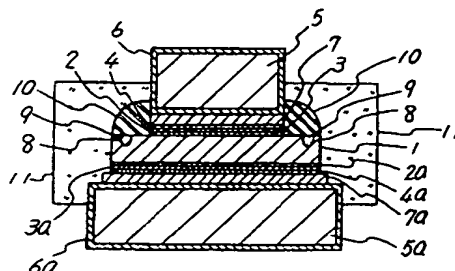
covered with an epoxy resin.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&amp;Japio

**PURPOSE:** To obtain the device with a high reliability preventing exfoliation of the electrodes and cracking of the molded resins by soldering a copper-carbon fiber composite material with a lead-tin alloy solder hard to fatigue thermally through a silver of better solderability.

**CONSTITUTION:** Cr 2 and 2a, Ni 3 and 3a and Ag 4 and 4a are evaporated on an Si substrate 1. An electrode is formed from a Cu-C fiber composite materials 5 and 5a in which a C fiber is arranged like a coil. The C fiber ranges 40W60% in the volume with a coefficient of radial heat expansion below  $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ . This makes the material almost equal in the coefficient to the Si substrate 1 thereby eliminating cracking of the substrate and exfoliation of the electrode. The cracking of the sealing resin can be prevented. An Ag platings 6 and 6a are applied on the Cu-C fiber composite material followed by a soldering with a Pb-Sn solder 7 and 7a. A circular groove 8 is provided at the exposed section at the rectifying joint end and filled with a glass which is covered with an Si rubber 10. Finally, the side of the substrate 1 and the side of electrodes 5 and 5a are



⑨ 日本国特許庁 (JP)  
⑩ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
昭56—54046

⑫ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 21/58  
23/28

識別記号

庁内整理番号  
6741—5F  
7738—5F

⑬ 公開 昭和56年(1981)5月13日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 半導体装置

⑯ 特 願 昭54—128924  
⑰ 出 願 昭54(1979)10月8日  
⑱ 発 明 者 荒川英夫  
日立市幸町3丁目1番1号株式  
会社日立製作所日立研究所内  
⑲ 発 明 者 国谷啓一  
日立市幸町3丁目1番1号株式  
会社日立製作所日立研究所内  
⑳ 発 明 者 滑川孝  
日立市幸町3丁目1番1号株式

会社日立製作所日立研究所内  
㉑ 発 明 者 小川卓三  
日立市幸町3丁目1番1号株式  
会社日立製作所日立研究所内  
㉒ 発 明 者 守田啓一  
日立市幸町3丁目1番1号株式  
会社日立製作所日立工場内  
㉓ 出 願 人 株式会社日立製作所  
東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号  
㉔ 代 理 人 弁理士 高橋明夫

明 細 書

発明の名称 半導体装置

特許請求の範囲

1. シリコン基板と、前記シリコン基板の両主面にろう層を介して配置された電極と、少なくとも一方の前記電極の面積が前記シリコン基板の面積よりも小さくそれによつて露出したシリコン基板の主面に配置されたレジンを有するものにおいて、下記構成を含むことを特徴とする半導体装置。

- (1) 前記電極が銅—炭素繊維複合材よりなり、該電極の前記シリコン基板とろう付される面に平行な方向の熱膨張係数がシリコンと等しいか或はほぼ等しく、
- (2) 前記ろう層が鉛—錫合金半田よりなり、
- (3) 前記シリコン基板及び前記電極のろう付面に銀層を有し、
- (4) 前記シリコン基板の露出面に形成された溝内に整流接合面が露出され、該溝内にガラスが充填され、かつ前記ガラスの上면을シリコ

(1)

ンゴムが覆っている。

2. 特許請求の範囲第1項において、前記銅—炭素繊維複合材は、炭素繊維が同心円状或はうず巻状に配置されており、前記同心円又はうず巻になつている面が前記シリコン基板とろう付されている半導体装置。

3. 特許請求の範囲第1項又は第2項において、前記銅—炭素繊維複合材よりなる電極の炭素繊維量が40～60体積%である半導体装置。

4. 特許請求の範囲第1項において、前記シリコン基板及び前記電極に設けた銀層と前記ろう層との界面は拡散接合がなされている半導体装置。

発明の詳細な説明

本発明は、半導体装置に係り、特に銅—炭素繊維複合材よりなる電極を有する半導体装置に関する。

半導体装置において、半導体基板の表面、特に整流接合の端部が露出する部分は、外部雰囲気の影響を受け易く、この部分が汚染されると半導体装置のモレ電流が増加する。

(2)

半導体基板の表面を外部雰囲気からささないようにするために、従来は電極と接着してない半導体基板の全面或は整流接合の端部が露出する部分をガラス、ゴム、ワニスの如き絶縁物で覆っている。しかし、絶縁物だけでは汚染や外力に弱く、半導体装置を安全に動作させることができない。そこで、汚染や外力を防ぐ手段として、前記半導体基板を更に気密容器に収納したり或はレジンでモールドしている。

半導体基板を気密容器に収納するのとレジンでモールドするのとでは、レジンでモールドした方が、半導体装置を小型化できる、軽量化できる、等の点ではるかにすぐれている。

しかしながら、従来のシリコン基板にモリブデン或はタンダステンよりなる電極を接着した半導体装置は、シリコン基板と電極との間に熱膨張差があるために、レジンで覆うとレジンが割れたり或はレジンと電極との間に隙間が生じ、そこから外気や汚染物が侵入するという欠点があつた。このため、金属容器に収納せざるを得なかつた。

(3)

いと変化させることができる。たとえば、炭素繊維を同心円状或はうず巻状に配置すると、同心円状或はうず巻きになつている方向即ち半径方向の熱膨張係数はそれと直角方向にくらべて著しく小さくなる。また、半径方向のあらゆる方向で熱膨張係数がほぼ等しくなる。

従つて、このように炭素繊維がうず巻状或は同心円状に配置されている銅-炭素繊維複合材を電極とし、炭素繊維がうず巻或は同心円状に配置されている方向をシリコン基板との接着面と平行にすれば、接着面と平行な方向の熱膨張係数をシリコン基板のそれと同じか或はほぼ等しくすることが可能である。この結果、シリコン基板と電極とをろう付したときに、熱膨張差によつてシリコン基板が割れたりするのを防止できるようになり、また、シリコン基板及び電極の側面をレジンでモールドしたときに、レジンが割れたりするのを防止できるようになる。

シリコン基板或はレジンが割れないようにするには、前記電極の半径方向の熱膨張係数は  $5 \times$

(5)

本発明の目的は、半導体基板をレジンでモールドしても、レジンが割れたり或は電極との間に隙間を生じることがない半導体装置を提供するにある。

本発明は、電極を銅-炭素繊維複合材とし、更にその電極を備えるうえで必要な要件を具備させたものである。即ち、シリコン基板の両主面の電極接着部に銀被覆層を設け、一方、銅-炭素繊維複合材よりなる一対の電極の少なくとも前記シリコン基板との接着部に銀被覆層を設けて、それらを前記シリコン基板の両主面に鉛-錫合金半田でろう付し、更に前記シリコン基板の前記電極が接着されていない部分<sup>15</sup>の~~一部に~~隙を設けてそこへガラスを充填し、その上をシリコンゴムで覆つて、前記シリコン基板の側面及び前記電極の側面の少なくともシリコン基板に近い側をレジンでモールドしたものである。

銅-炭素繊維複合材は、炭素繊維の配置の仕方及び量を変えることによつて、熱膨張係数をいろ

(4)

$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ より小さいことが望ましく、炭素繊維の量としては40~60体積%が望ましい。好適には50体積%前後である。40体積%よりも少ないと前記半径方向の熱膨張係数が  $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ より大きくなり、一方、60体積%を超えると炭素繊維間に銅が十分に満たされず、空孔が多くなる。50体積%前後たとえば  $50 \pm 2\%$ 程度であれば、半径方向の熱膨張係数は  $3.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 近辺(室温~250℃)になり、シリコンと同等になる。

シリコン基板と電極との接着は、鉛-錫合金半田を用いて行う。鉛-錫合金半田は熱疲労に強く、また、250℃付近の低温でろう付できるので、半導体装置のろう材に適している。しかし、この場合、銅-炭素繊維複合材及びシリコン基板は、鉛-錫合金半田とのろう付性が悪く、ろう付部から簡単に剥れてしまう。そこで、電極及びシリコン基板のろう付面を鉛-錫合金とのろう付性が良い銀で被覆することが必要になる。銀を介してろう付すると、鉛-錫合金半田中に銀が拡散し、丁

(6)

度、拡散接合を行つたようになつて、ろう付部が剥れにくくなる。銀の被覆層は、銅-炭素繊維複合材の電極に対してはその全面に設けてもよく、また、銅-炭素繊維複合材に直接、めつきを行うことによつて形成することができる。この場合、めつき後に加熱処理を施し、銅-炭素繊維複合材との界面に拡散層を形成させることが望ましい。加熱処理の温度は200~300℃の低温で十分であるが、雰囲気は酸化しない雰囲気たとえば窒素ガス、アルゴンガス、水素ガス或は真空中などにすべきである。

シリコン基板に対する銀の被覆は、シリコン基板に直接、めつき或は蒸着しても形成することができない。このため、まずシリコン基板にクロムまたはチタンを被覆し、その上にニッケルを被覆し、その後銀を被覆するなどの配慮が必要である。

このようにして、シリコン基板と銅-炭素繊維複合材よりなる電極のろう付が可能となる。

なお、鉛-錫合金半田は、ろう付の際に半田中からガスが発生し、それが半田層中にボイドとな

(7)

ガラスの部分で阻止することができ、半導体装置のもれ電流が増加するのを防止することができる。  
実施例

9mmφの炭素繊維に約1mm厚さの銅めつきを施したものを約3000本束ねた。一方、約1mmの粒径の銅粉をメタルセルローズと混合してスラリー化したものを用意し、これを前記炭素繊維の束の隙間に含浸させた。次いで、前記炭素繊維をうず巻状に巻き、80℃に加熱して前記スラリーを乾燥させ、仮のうず巻状の銅-炭素繊維複合材の円板を作製した。これを黒鉛鋳型に挿入し、水素中で700~800℃、圧力250~300kg/cm<sup>2</sup>でホットプレスして35mmφ×5mm厚さの円板を作製した。同様に、27mmφ×5mm厚さの円板も作製した。炭素繊維の量は、いずれも52体積%であり、室温~250℃の温度範囲における前記円板の半径方向の熱膨張係数は3.5×10<sup>-6</sup>/℃であつた。導電率は約30IACS%であつた。

前記2つの円板を、夫々32mmφ×3mm厚さ及

(9)

つて残し、熱抵抗を増大する大きな原因となることのないように、十分に脱ガスしたものであることが望ましい。このための一例として、銀を被覆した電極に鉛及び錫を真空蒸着しておくことが考えられる。鉛-錫合金の組成としては錫が5重量%前記入つたもの、具体的には5±1%程度入つたものが望ましい。

シリコン基板の前記電極がろう付されていない部分は、外部雰囲気からさらされないように最終的にレジンでモールドするが、その前にまず少なくとも整流接合の端部が露出する部分に溝を設けてそこへガラスを充填し、その上にシリコンゴムをコーティングする。ガラスの充填はガラス粉を溝に入れ、焼結することによつて行うことができる。ガラスの上にレジンを直接、モールドすると、ガラスが割れたりするが、シリコンゴムがあるのでガラスが割れたりすることがない。このようにガラス、シリコンゴム、レジンをシリコン基板の側面を覆うことにより、外気や汚染物がたとえレジン内を侵入してきても、これをシリコンゴム及び

(8)

び25mmφ×3mm厚さに加工し、表面に銀の電気めつきを施した。めつき層の厚さは10μmである。次いで、これら円板を400μm厚さのシリコン基板の両主面に鉛-5重量%錫半田を用いてろう付した。鉛-錫合金半田は、鉛-錫5重量%合金を、400~500℃、5×10<sup>-3</sup>Torrの圧力中で真空脱ガス後、60μmの厚さに冷間圧延したものであり、これをシリコン基板と電極との間に挿入させ、水素中でろう付した。

なお、シリコン基板は、ろう付に際してクロム、ニッケル、銀の蒸着膜を順次に形成させておいた。また、シリコン基板の一方の主面の一部、即ち整流接合の端部が露出する部分に環状の溝を設けて該溝の壁面に整流接合端を露出させ、そこにガラスを充填しておいた。このシリコン基板の耐圧は、1mAの逆電流のとき1200Vである。

ろう付後、ガラスの上にシリコンゴムをコーティングし、更に電極側面のシリコン基板に近い側及びシリコン基板の側面をエポキシ樹脂でモールドした。

(10)

第1図は、このようにして作製した半導体装置の断面図である。シリコン基板1の電極ろう付面にはクロムの蒸着層2、2a、ニッケル蒸着層3、3a及び銀蒸着層4、4aがあり、一方、銅-炭素繊維複合材よりなる電極5、5aの表面の全面には銀めつき層6、6aがある。鉛-錫合金半田7、7aは銀蒸着層3と銀めつき層6の間及び銀蒸着層3aと銀めつき層6aの間に位置し、丁度、銀と銀のろう付を行つたようになっている。シリコン基板の電極がろう付されない部分の一部即ち整流接合の端部が露出する部分には環状の溝8が設けてあり、そこにガラス9が充填され、ガラスの上にさらにシリコンゴム10がコーティングされている。シリコン基板1の側面及び電極5、5aの側面のシリコン基板に近い側はエポキシ樹脂11で覆われている。電極5、5aは第2図に示すように、炭素繊維がうず巻状に配置されており、うず巻きになつている面がシリコン基板1にろう付されている。

このような構造を有する半導体装置は、シリコ

(11)

ン基板1及び電極5、5aが、そのろう付面の方向において同等か或はほぼ等しい熱膨張係数を有するために、使用中に熱履歴を受けてもシリコン基板1が割れたり、エポキシ樹脂11が割れたりしにくい。一例として、-40~150℃の熱サイクルを与えた結果では、前記割れは全く生じなかつた。

また、ろう付部は、熱疲労しにくい鉛-錫合金半田を用いており、更にろう付性の悪いシリコンと銅-炭素繊維複合材とをろう付するのではなく、ろう付性のよい銀を介して接合されているので、ろう付部が割れにくい。このため、シリコン基板が加熱されても電極を通じて有効に逃がすことができる。シリコン基板或は銅-炭素繊維複合材を直接、鉛-錫合金半田でろう付した場合には、半導体装置が使用時に加圧されたときにろう付部が割れ、このため、シリコン基板の熱が電極を通して放散されにくい。本発明のようにすればそのようなことがない。なお、本発明の半導体装置を一例として800Kg/cm<sup>2</sup>で加圧したところでは、ろう

付部及びレジンモールドともに割れがみられなかつた。

(12)

以上、本発明によれば、シリコン基板と電極との間に熱膨張による応力が生ぜず、従つて、レジンモールドが割れたり或は電極とレジンモールドとの間に隙間が生じたりするのを防止できる。このため、レジンモールド型半導体装置を得ることができる。

図面の簡単な説明

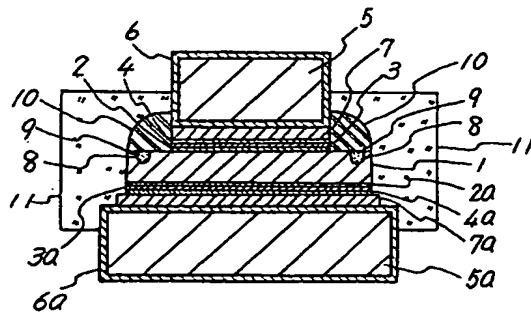
第1図は本発明の一実施例を示す断面図、第2図は第1図における電極の斜視図である。

1…シリコン基板、4、4a…銀蒸着層、5、5a…電極、6、6a…銀めつき層、7、7a…鉛-錫合金半田、8…溝、9…ガラス、10…シリコンゴム、11…エポキシ樹脂。

代理人 弁理士 高橋明夫

(13)

第1図



第2図

